

## Data communications system for spatially structured drive system with several drive regions for magnetic bearing track vehicles

**Patent number:** DE19814242

**Publication date:** 1999-07-01

**Inventor:** MITTELMEYER HANS DIPL ING (DE); STENIO LINGAYA DIPL ING (DE); HOCHLEITNER J DIPL ING (DE); WELLER ALFRED DIPL ING (DE)

**Applicant:** SIEMENS AG (DE)

**Classification:**

- international: G05B15/02; H04L12/42

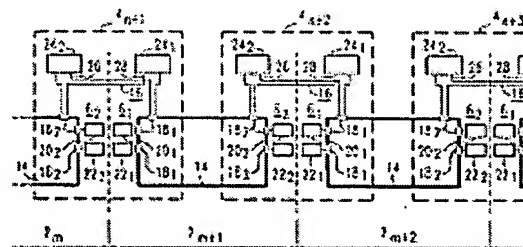
- european:

**Application number:** DE19981014242 19980331

**Priority number(s):** DE19981014242 19980331

### Abstract of DE19814242

The system has at least two converters (201,221) and two controllers (241,242) per drive region (2m...), whereby these components of a particular drive region are connected to a data communications ring (14) via ring nodes (181,182). Each controller of a drive region is connected via a data link (26,28) to a ring node of a controller in a neighboring drive region.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Off nl ungsschrift  
⑩ DE 198 14 242 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 05 B 15/02  
H 04 L 12/42

②1 Aktenzeichen: 198 14 242.0  
②2 Anmeldetag: 31. 3. 98  
④3 Offenlegungstag: 1. 7. 99

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Hochleitner, Josef, Dipl.-Ing., 91074  
Herzogenaurach, DE; Stenio, Lingaya, Dipl.-Ing.,  
91088 Bubenreuth, DE; Mittelmeyer, Hans,  
Dipl.-Ing., 91056 Erlangen, DE; Weller, Alfred,  
Dipl.-Ing.(FH), 91056 Erlangen, DE

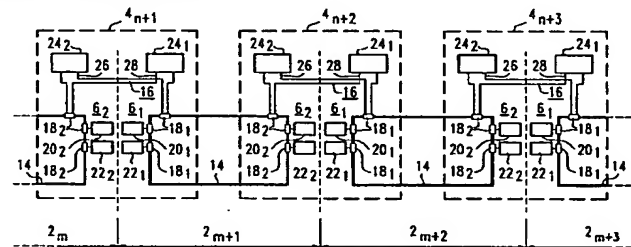
⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 1 96 33 745 A1  
SCHNEIDER, E.: "Betriebsleittechnik für die  
Magnetschnellbahn Transrapid" In:  
at-Automatisierungstechnik 44 (1996), 9,  
S. 428-436;  
HENNING, U., et. al.: "Langstator-Synchron-  
motorantrieb des Transrapid" In: eb-Elektrische  
Bahnen 93 (1996) 7, S. 230-235;  
Katalog: Siemens Simatic S5 ST 54.1 1994,  
S. 4/2-4/14;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Datenübertragungssystem für ein räumlich gegliedertes Antriebssystem

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf ein räumlich geglieder-  
tes Antriebssystem mit mehreren Antriebsbereichen ( $2_m, \dots, 2_{m+3}$ ), die jeweils wenigstens zwei Umrichter ( $20_1, 22_1$ )  
und zwei Steuergeräte ( $24_1, 24_2$ ) aufweisen. Erfindungs-  
gemäß sind die Komponenten ( $20_1, 22_1, 24_1, 24_2$ ) eines je-  
den Antriebsbereiches ( $2_m, \dots, 2_{m+3}$ ) mittels Ringknoten  
( $18_1, 18_2$ ) mit einem Datenübertragungsring (14) ver-  
knüpft, und ist jedes Steuergerät ( $24_2, 24_1$ ) eines Antriebs-  
bereiches ( $2_m, \dots, 2_{m+3}$ ) mittels einer Datenverbindung (26,  
28) mit einem Ringknoten ( $18_1, 18_2$ ) eines Steuergerätes  
( $24_1, 24_2$ ) eines benachbarten Antriebsbereiches ( $2_{m+1}, \dots,$   
 $2_{m+3}$ ) verbunden. Somit erhält man ein Datenübertra-  
gungssystem, mit dem das räumlich gegliederte An-  
triebssystem synchron und ein Fahrzeug (12) ohne An-  
triebsunterdrückung über die Bereichsgrenzen gesteuert  
werden kann.



DE 198 14 242 A 1

DE 198 14 242 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Datenübertragungssystem für ein räumlich gegliedertes Antriebssystem mit mehreren Antriebsbereichen, die jeweils wenigstens zwei Umrichter und zwei Steuergeräte aufweisen.

Zu einem räumlich gegliederten Antriebssystem mit mehreren aufeinanderfolgenden Antriebsbereichen gehört das Antriebssystem eines spurgebundenen Magnetschwebefahrzeugs. Das Antriebssystem eines spurgebundenen Magnetschwebefahrzeugs besteht aus verschiedenen Komponenten, die entlang eines Fahrweges angeordnet sind. Diese Antriebskomponenten werden entsprechend des Fahrbetriebes zu Antriebsbereichen zusammengefaßt. Eine Antriebseinheit bildet eine funktionelle Einheit der Komponenten eines Antriebsbereiches und bleibt so lange unverändert konfiguriert, solange ein Fahrzeug in diesem Antriebsbereich geführt wird. Sie kann nur ein Fahrzeug führen, beschleunigen und bremsen. Gemäß der Veröffentlichung "Langstator-Synchronmotorantrieb des TRANSRAPID", abgedruckt in der DE-Zeitschrift "eb - Elektrische-Bahnen", Band 93 (1995), Nr. 7, Seiten 230 bis 235, besteht eine derartige Antriebseinheit aus einer Antriebsstrecke und, abhängig vom Speiseverfahren, einem oder zwei Antriebsblöcken. Diese Antriebsblöcke sind in Unterwerken untergebracht, die sich neben dem Fahrweg befinden und zueinander einen Abstand von höchstens 50 km haben. Jeder Antriebsblock umfaßt unter anderem eine Motorregelung und -steuerung, im folgenden als Steuergerät bezeichnet, und einen Umrichter. Ein Unterwerk für einen Einspurfahrweg enthält einen oder zwei Antriebsblöcke, deren Einspeisung und die dezentrale Betriebsleittechnik. In **Bild 1** dieser Veröffentlichung ist die Struktur des Antriebssystems dargestellt. Die Unterwerke für einen Doppelspurfahrweg sind doppelte Einspurfahrweg-Unterwerke.

Bei Doppeleinspeisung wird die Antriebsstrecke von zwei Antriebsblöcken aus benachbarten Unterwerken gespeist. Wenn die Unterwerke jeweils nur einen Antriebsblock je Fahrspur enthalten, muß zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fahrzeugen immer ein Antriebsbereich frei bleiben. Werden dagegen in einem Unterwerk zwei Antriebsblöcke je Fahrspur angeordnet, so kann das folgende Fahrzeug bereits dann in einen Antriebsbereich einfahren, wenn das voraus fahrende Fahrzeug diesen Antriebsbereich verlassen hat.

Gemäß **Bild 1** dieser Veröffentlichung enthält eine Antriebseinheit bei Doppelspeisung zwei Antriebsblöcke mit jeweils einem Steuergerät in benachbarten Unterwerken. Ein Steuergerät befindet sich im aktiven Master-Betrieb, das andere im passiven Slave-Betrieb. Das Master-Steuergerät regelt, steuert und führt das Fahrzeug über die Antriebsstrecke, das Slave-Steuergerät führt ihre Zustandsvariablen ständig jenen des ersten nach und überwacht dessen Aktivitäten. Im Normalfall wechselt das Slave-Steuergerät, wenn das Fahrzeug die Mitte zwischen den benachbarten Unterwerken überfährt, in den aktiven und das Master-Steuergerät in den passiven Zustand. Im Störfall übernimmt das Slave-Steuergerät sofort die Master-Funktion.

Eine dezentrale Betriebsleittechnik, wie sie in der Veröffentlichung "Betriebsleittechnik für die Magnetschnellbahn TRANSRAPID", abgedruckt in der DE-Zeitschrift "at - Automatisierungstechnik", Band 44 (1996), Nr. 9, Seiten 428 bis 436, näher dargestellt ist, gewährleistet den reibungslosen Zugverkehr und die Sicherung des Fahrbetriebes. Dieses Betriebsleitsystem ist wie das Antriebssystem räumlich gegliedert und besteht aus einer Zentrale, mehreren dezentralen Streckengeräten und auf den Fahrzeugen installierten Informations- und Kommunikationssystemen. Dieses Be-

triebsleitsystem hat die Aufgabe, einen ausreichenden langen Fahrwegabschnitt für ein Fahrzeug zu reservieren. Die Zentrale veranlaßt über ein entsprechendes Streckengerät ein Master-Steuergerät über ein entsprechendes Telegramm, die notwendige Antriebseinheit zu konfigurieren. Zur Fahrzeugübergabe in den nächsten Bereich richtet sie ein entsprechendes Telegramm an ein benachbartes Streckengerät. Bei Ablehnung wird das Fahrzeug an der Bereichsgrenze zum Stillstand gebracht.

Innerhalb der Zykluszeit der Basisregelkreise müssen die Führungs-, Regel- und Stellgrößen sowie die Zustandsgrößen zur Nachführung der passiven Regler synchron zur Abtastperiode mit geringen Verzögerungszeiten und konstanten Laufzeiten zwischen Motor- und Umrichterregelung sowohl im gleichen wie im benachbarten Antriebsblock übertragen werden. Diese regelungstechnischen Anforderungen werden von einer Datenübertragungseinrichtung erfüllt, die nach den Prinzipien des Zeitschlitzverfahrens, dem sogenannten Time Division Multiplexing, arbeitet. Die Komponenten in den Motor- und Umrichtersteuerungen kommunizieren untereinander und mit externen Systemen der Betriebs- und Netzleittechnik in Form von Telegrammen, die die entsprechenden Datenpakete beinhalten. Die Datenübertragungseinrichtungen müssen eine Kommunikation über die Distanz benachbarter Unterwerke von bis zu 50 km mit einer hohen Zuverlässigkeit bewältigen, da ein Ausfall einen regulären Fahrbetrieb im betroffenen Antriebsbereich unmöglich macht.

In dem **Bild 8** der erstgenannten Veröffentlichung ist ein Datenübertragungssystem näher dargestellt. Dieses Datenübertragungssystem weist eine Anzahl fast identischer Knoten auf, die mit zwei gegenläufigen Glasfaserringen verbunden sind. Im Standardbetrieb werden die Daten innerhalb eines Antriebsbereichs nur durch den Primärring übertragen, wogegen der Sekundärring sich im Reservebetrieb befindet. Im Fall einer Funktionsstörung auf dem ersten Ring wird der zweite Ring automatisch zur Datenübertragung aktiviert.

Wie bereits erwähnt, wird die Fahrzeugübergabe von einem Antriebsbereich in einen nächsten mittels des dezentralen Betriebsleitsystems gesteuert. Leht der nächste Antriebsbereich aus irgendeinem Grund die Übernahme des Fahrzeugs ab, so wird dieses Fahrzeug an der Bereichsgrenze zum Stillstand gebracht. Mit dieser Konfiguration des Datensystems stehen die Daten nicht ohne Umwege dort zur Verfügung, wo sie gebraucht werden.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Datenübertragungssystem für ein räumlich gegliedertes Antriebssystem anzugeben, das die genannten Nachteile nicht mehr aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 2.

Dadurch, daß die Komponenten eines jeden Antriebsbereiches mittels Ringknoten mit einem Datenübertragungsring verknüpft sind und jedes Steuergerät eines Antriebsbereichs mittels einer Datenverbindung mit einem Ringknoten eines Steuergerätes eines benachbarten Antriebsbereiches verbunden ist, kann jedes Steuergerät mit allen benachbarten Steuergeräten und damit auch mit den zugehörigen Komponenten dieser benachbarten Antriebsbereiche Daten austauschen. Durch diese kreuzweise Verbindung ist sichergestellt, daß bei Ausfall eines Steuergerätes die Koppelung der Datenübertragungsringe der einzelnen Antriebsbereiche erhalten bleiben. Durch diese Ausgestaltungen stehen die Daten ohne Umwege über das dezentrale Betriebsleitsystem dort zur Verfügung, wo sie benötigt werden.

Mit diesem erfindungsgemäßen Datenübertragungssystem werden verteilte Steuergeräte eines räumlich gegliederten Antriebssystems miteinander verkoppelt, so daß der

Gesamtprozeß und seine Größen immer synchron gesteuert werden können. Außerdem wird bei Ausfall eines Steuergerätes eines Antriebsbereiches die Zuständigkeit auf ein Steuergerät eines benachbarten Antriebsbereiches übernommen. Durch die kreuzweise Verkopplung der Antriebsbereiche führt ein Ausfall von Teilen des dezentralen Antriebssystems zu keinem Funktionsverlust dieses Systems. Im Normalfall ist für ein Fahrzeug immer ein Steuergerät zuständig, das seine Zuständigkeit, abhängig vom Fahrzeugort, an ein nächstes Steuergerät weitergibt. Diese Weitergabe der Zuständigkeit endet nicht an einer Grenze eines Antriebsbereiches, sondern durchläuft das gesamte räumlich gegliederte Antriebssystem infolge der erfindungsgemäßen Kopplung der Antriebsbereiche dieses Antriebssystems. Dadurch fährt ein Fahrzeug ohne Antriebsunterbrechung von einem Antriebsbereich in einen nächsten.

Gemäß den Merkmalen des Anspruchs 2 sind bei Doppelfahrspur die Antriebsbereiche paarweise angeordnet. Die Antriebsblöcke dieser paarweise angeordneten Antriebsbereiche und deren Steuergeräte sind jeweils mittels eines Ringknotens mit einem Datenübertragungsring verknüpft. Außerdem sind die Steuergeräte dieses Datenübertragungsringes jeweils mit einem Ringknoten eines gegenüberliegenden Steuergerätes eines benachbarten Übertragungsringes verknüpft. Auch bei der Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Datenübertragungssystems für eine Doppelfahrspur sind die Komponenten der paarweisen Antriebsbereiche mittels eines Datenübertragungsringes miteinander verknüpft und benachbarte Datenübertragungsringe mittels der kreuzweise Datenverbindung der Steuergeräte miteinander verknüpft.

Bei einem Doppelspurfahrweg umfaßt der Datenübertragungsring nicht nur das Steuergerät und die Antriebsblöcke eines Antriebsbereiches, sondern alle Komponenten der nebeneinander liegenden Antriebsbereiche der beiden Fahrspuren. Durch die Verknüpfung der Steuergeräte des einen Antriebsbereiches mit den Steuergeräten des parallelen benachbarten Antriebsbereiches, können Daten ohne Umwege über das dezentrale Betriebsleitsystem zwischen diesen gekoppelten Steuergeräten ausgetauscht werden, wenn ein Fahrzeug an einer Überleitstelle von einer Fahrspur zur anderen wechselt. Durch diese erfindungsgemäße Ausgestaltung des Datenübertragungssystems für eine Doppelfahrspur werden ein Datenübertragungsring und eine erforderliche Verkopplung zweier paarweise angeordneter Datenübertragungsringe eingespart.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des Datenübertragungssystems für eine Doppelfahrspur sind halb so viele Antriebsblöcke pro Datenübertragungsring vorgesehen, wobei diese Antriebsblöcke ebenfalls mit einem benachbarten Datenübertragungsring verknüpft sind. Somit können die Antriebsblöcke abwechselnd an Datenübertragungsringe benachbarter paarweise angeordneter Antriebsbereiche gekoppelt werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Datenübertragungssystems sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in der Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Datenübertragungssystems schematisch veranschaulicht sind.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem räumlich gegliederten Antriebssystem für eine einfache Fahrspur, wobei in der

Fig. 2 ein Ausschnitt eines Antriebssystems für eine Doppelfahrspur veranschaulicht ist, in

Fig. 3 ist das erfindungsgemäße Datenübertragungssystem für ein Antriebssystem einer Einfachfahrspur und in

Fig. 4 ist das erfindungsgemäße Datenübertragungssy-

stem für ein Antriebssystem einer Doppelfahrspur dargestellt und die

Fig. 5 zeigt eine aufwandsarme Ausführungsform des Übertragungssystems nach Fig. 4.

Die Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem räumlich gegliederten Antriebssystem für eine Einfachfahrspur. Dieser Ausschnitt umfaßt mehrere Antriebsbereiche  $2_m, \dots, 2_{m+3}$ . An den Grenzen dieser Antriebsbereiche  $2_m, \dots, 2_{m+3}$  sind Unterwerke  $4_n, \dots, 4_{n+4}$  angeordnet. Jedes Unterwerk  $4_n, \dots, 4_{n+4}$  weist zwei Antriebsblöcke 6 auf. Die Struktur eines Antriebsblockes 6 ist in der eingangs genannten Veröffentlichung näher dargestellt. Jeder Antriebsbereich  $2_m, \dots, 2_{m+3}$  umfaßt jeweils eine Antriebsstrecke, die jeweils mehrere Statorabschnitte 8 aufweist. Die Unterwerke  $4_n, \dots, 4_{n+4}$  befinden sich neben dem Fahrweg 10 und haben zueinander einen Abstand von beispielsweise 50 km. Mit diesem räumlich gegliederten Antriebssystem kann ein Fahrzeug 12 entlang des Fahrweges 10 gesteuert werden.

Das Antriebssystem für eine Doppelfahrspur besteht aus zwei räumlich parallel verlaufenden Antriebssystemen für eine Einfachfahrspur. Ein Ausschnitt aus diesem Antriebssystem ist in der Fig. 2 näher dargestellt. Zur Unterscheidung der gleichartigen Komponenten sind die Bezugszeichen der Fig. 1 mit ' für eine Fahrspur und mit " für die andere parallel verlaufende Fahrspur versehen. Dieser Fig. 2 ist zu entnehmen, daß die Antriebsbereiche  $2'_m, \dots, 2'_{m+3}$  der einen Fahrspur und die Antriebsbereiche  $2''_m, \dots, 2''_{m+3}$  der anderen Fahrspur paarweise angeordnet sind. Die paarweise vorhandenen Unterwerke  $4'_n$  und  $4''_n, \dots, 4'_{n+4}$  und  $4''_{n+4}$  können jeweils in einem Unterwerk zusammengefaßt sein.

Die Fig. 3 zeigt die Struktur des erfindungsgemäßen Datenübertragungssystems für ein räumlich gegliedertes Antriebssystem gemäß Fig. 1. Dieses Datenübertragungssystem weist pro Antriebsbereich  $2_m, \dots, 2_{m+3}$  einen Datenübertragungsring 14 und jeweils eine kreuzweise Verkopplung 16 zweier benachbarter Datenübertragungsringe 14 auf. Jeder Datenübertragungsring 14 weist zwei gegenläufige Glasfaser- und mehrere Ringkople 18<sub>1</sub> und 18<sub>2</sub> auf. An den Ringkople 18<sub>1</sub> und 18<sub>2</sub> eines Datenübertragungsringes 14 sind die Komponenten der Antriebsblöcke 6<sub>1</sub> und 6<sub>2</sub> eines Antriebsbereiches  $2_m, \dots, 2_{m+3}$  angeschlossen. Jeder Antriebsblock 6<sub>1</sub> und 6<sub>2</sub> weist zwei Umrichter 20<sub>1</sub>, 22<sub>1</sub> und 20<sub>2</sub>, 22<sub>2</sub> mit zugehöriger Umrichterregelung und -steuerung und ein Steuergerät 24<sub>1</sub> und 24<sub>2</sub> auf. Die Antriebsblöcke 6<sub>2</sub> und 6<sub>1</sub> zweier benachbarter Antriebsbereiche  $2_m$  und  $2_{m+1}$  bzw.  $2_{m+1}$  und  $2_{m+2}$  bzw.  $2_{m+2}$  und  $2_{m+3}$  sind in einem Unterwerk  $4_{n+1}$  bzw.  $4_{n+2}$  bzw.  $4_{n+3}$  untergebracht. Die kreuzweise Verkopplung 16 besteht aus zwei Datenverbindungen 26 und 28 und zwei Ringknoten 18<sub>2</sub> und 18<sub>1</sub> benachbarter Antriebsbereiche  $2_m$  und  $2_{m+1}$  bzw.  $2_{m+1}$  und  $2_{m+2}$  bzw.  $2_{m+2}$  und  $2_{m+3}$ .

Die Datenverbindung 26 verknüpft das Steuergerät 24<sub>2</sub> des einen Antriebsbereiches  $2_{m+1}$  mit dem Ringknoten 18<sub>1</sub> des Antriebsbereiches  $2_{m+2}$ , an dem das Steuergerät 24<sub>1</sub> des Antriebsbereiches  $2_{m+2}$  angeschlossen ist. Die Datenverbindung 28 verbindet dieses Steuergerät 24<sub>1</sub> mit dem Ringknoten 18<sub>2</sub> des Antriebsbereiches  $2_{m+1}$ , an dem das Steuergerät 24<sub>2</sub> dieses Antriebsbereiches  $2_{m+1}$  angeschlossen ist. Als Datenverbindung 26 und 28 wird jeweils eine schnelle, serielle Datenverbindung vorgesehen. Mittels dieser kreuzweisen Verkopplung 16 kann ein Steuergerät 24<sub>2</sub> bzw. 24<sub>1</sub> eines Antriebsbereiches  $2_m, \dots, 2_{m+3}$  Daten mit einem Steuergerät 24<sub>1</sub> bzw. 24<sub>2</sub> und somit mit den Umrichtern 20<sub>1</sub>, 22<sub>1</sub> bzw. 20<sub>2</sub>, 22<sub>2</sub> eines benachbarten Antriebsbereiches  $2_{m+1}, \dots, 2_{m+3}$  austauschen. Dadurch findet der Wechsel von einem Antriebsbereich  $2_m, \dots, 2_{m+3}$  in den nächsten ohne Antriebsunterbrechung statt und es führt zu keinem Funktions-

verlust, wenn ein Steuergerät  $24_1$  oder  $24_2$  eines Antriebsbereiches  $2_m, \dots, 2_{m+3}$  ausfällt.

Wie bereits eingangs erwähnt, befindet sich von den beiden Steuergeräten  $24_1$  und  $24_2$  eines Antriebsbereiches  $2_m, \dots, 2_{m+3}$  eines im aktiven Master-Betrieb und das andere im passiven Slave-Betrieb. Das Master-Steuergerät, beispielsweise das Steuergerät  $24_1$  des Antriebsbereiches  $2_{m+1}$ , regelt, steuert und führt das Fahrzeug 12 über den Fahrweg 10. Das Slave-Steuergerät, beispielsweise das Steuergerät  $24_2$  dieses Antriebsbereiches  $2_{m+1}$ , führt seine Zustandsvariablen ständig jenen des Master-Steuergerätes  $24_1$  nach und überwacht deren Aktivität. Sobald das Fahrzeug 12 die Mitte zwischen den beiden benachbarten Unterwerken  $4_{n+1}$  und  $4_{n+2}$  überfährt, wechselt das Slave-Steuergerät  $24_2$  in den aktiven und das Master-Steuergerät  $24_1$  in den passiven Zustand (Fahrzeugübernahme/-Übergabe). Im Störfall übernimmt das Slave-Steuergerät  $24_2$  des Antriebsbereiches  $2_{m+1}$  sofort die Master-Funktion (Redundanz).

Diese Übergabe der Master-Funktion wird mittels der kreuzweise Verkopplung 16 zweier benachbarter Antriebsbereiche auch an den Bereichsgrenzen aufrechterhalten, ohne daß das Betriebsleitsystem dazu benötigt wird.

Die Fig. 4 zeigt die Struktur des erfindungsgemäßen Datenübertragungssystems für ein räumlich gegliedertes Antriebssystem nach Fig. 2. Bei diesem Datenübertragungssystem sind am Datenübertragungsring 14 alle Antriebsblöcke  $6'_1, 6'_2, 6''_1$  und  $6''_2$ , zweier paarweise angeordneter Antriebsbereiche  $2'_m$  und  $2''_m, \dots, 2'_{m+3}$  und  $2''_{m+3}$  und deren Steuergeräte  $24'_1, 24'_2, 24''_1$  und  $24''_2$  angeschlossen. Die Antriebsblöcke  $6'_2$  bzw.  $6''_2$  und  $6'_1$  bzw.  $6''_1$  benachbarter paarweise angeordneter Antriebsbereiche  $2'_{m+1}$  bzw.  $2''_{m+1}$  und  $2'_{m+2}$  bzw.  $2''_{m+2}$  und deren Steuergeräte  $24'_2$  bzw.  $24''_2$  und  $24'_1$  bzw.  $24''_1$  sind jeweils in einem Unterwerk  $4'_{n+2}$  bzw.  $4''_{n+2}$  untergebracht. Auch bei diesem Übertragungssystem sind benachbarte Datenübertragungsringe 14 mittels einer kreuzweisen Verkopplung  $16'$  und  $16''$  miteinander verknüpft. Diese kreuzweisen Verkopplungen  $16'$  und  $16''$  sind derart ausgebildet, daß nicht nur die benachbarten Datenübertragungsringe 14 verknüpft sind, sondern auch die beiden Fahrspuren der Doppelfahrspur. Durch diese Ausgestaltung des Datenübertragungssystems für ein Antriebssystem für eine Doppelfahrspur wird nicht nur jeweils pro paarweise angeordneter Antriebsbereiche  $2'_m, 2''_m, \dots, 2'_{m+3}, 2''_{m+3}$  ein Datenübertragungsring 14 und eine erforderliche Kopplung zum zugehörigen parallelen Datenübertragungsring 14 eingespart, sondern es können auch Daten zwischen Steuergeräten  $24'_2$  und  $24''_1$  bzw.  $24'_2$  und  $24''_1$  benachbarter paarweise angeordneter Antriebsbereiche  $2'_m, 2''_m$  und  $2'_{m+1}, 2''_{m+1}$  bzw.  $2'_{m+1}, 2''_{m+1}$  und  $2'_{m+2}, 2''_{m+2}$  bzw.  $2'_{m+2}, 2''_{m+2}$  und  $2'_{m+3}, 2''_{m+3}$  ausgetauscht werden, so daß ein Fahrzeug mittels einer Überleitstelle, die aus Übersichtlichkeitsgründen nicht näher dargestellt ist, die Fahrspur wechseln kann.

In der Fig. 5 ist eine aufwandsarme Ausführungsform des Datenübertragungssystems nach Fig. 4 dargestellt. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der Ausführungsform der Fig. 4 dadurch, daß die Umrichter  $20'_1$  und  $22''_1$  des Unterwerks  $4''_{n+2}$  nicht nur mittels Ringkoppler 18 mit dem Datenübertragungsring 14 der paarweise angeordneten Antriebsbereiche  $2'_{m+2}$  und  $2''_{m+2}$ , sondern auch mittels Ringkoppler 18 mit dem Datenübertragungsring 14 der benachbarten paarweise angeordneten Antriebsbereiche  $2'_{m+1}$  und  $2''_{m+1}$  verknüpft sind. Somit können die Umrichter  $20'_1, 22'_1, 20''_1$  und  $22''_1$  abwechselnd an die Datenübertragungsringe 14 benachbarter paarweise angeordneter Antriebsbereiche  $2'_{m+1}, 2''_{m+1}$  und  $2'_{m+2}, 2''_{m+2}$  gekoppelt werden. Bei dieser Ausführungsform werden nur halb so viele Umrichter 20 und 22 benötigt, so daß auch die Hälfte an Investitionskosten eingespart werden. Durch die Halbierung der Anzahl

der Umrichter 20 und 22 halbiert sich ebenfalls die Anzahl der Fahrzeuge 12 pro Fahrweg, wobei der Abstand zwischen zwei Fahrzeugen pro Fahrweg sich verdoppelt. Eine derartige aufwandsarme Ausführungsform bietet sich an, wenn mit einem räumlich gegliederten Antriebssystem mit  $n$  Antriebsbereichen höchstens nur  $n/2$  Fahrzeuge 12 gesteuert werden sollen. Ein späterer Ausbau auf eine maximale Anzahl von Fahrzeugen 12 ist durch die Installation von weiteren Umrichtern 20 und 22 und deren Einbindung in das Datenübertragungssystem möglich.

#### Patentansprüche

1. Datenübertragungssystem für ein räumlich gegliedertes Antriebssystem mit mehreren Antriebsbereichen ( $2_m, \dots, 2_{m+3}$ ), die jeweils wenigstens zwei Umrichter ( $20_1, 22_1$ ) und zwei Steuergeräte ( $24_1, 24_2$ ) aufweisen, wobei diese Komponenten ( $20_1, 22_1, 24_1, 24_2$ ) eines jeden Antriebsbereiches ( $2_m, \dots, 2_{m+3}$ ) jeweils mittels eines Ringknotens ( $18_1, 18_2$ ) mit einem Datenübertragungsring (14) verknüpft sind, wobei jedes Steuergerät ( $24_2, 24_1$ ) eines Antriebsbereiches ( $2_m, \dots, 2_{m+3}$ ) mittels einer Datenverbindung (26, 28) mit einem Ringknoten ( $18_1, 18_2$ ) eines Steuergerätes ( $24_1, 24_2$ ) eines benachbarten Antriebsbereiches ( $2_{m+1}, \dots, 2_{m+3}$ ) verbunden ist.
2. Datenübertragungssystem für ein räumlich gegliedertes Antriebssystem mit mehreren Antriebsbereichen ( $2_m, \dots, 2_{m+3}, 2'_m, \dots, 2'_{m+3}$ ), die paarweise angeordnet sind, wobei jeder Antriebsbereich ( $2'_m, 2''_m, \dots, 2'_{m+3}, 2''_{m+3}$ ) jeweils wenigstens zwei Umrichter ( $20'_1, 22'_1, 20''_1, 22''_1$ ) und zwei Steuergeräte ( $24'_1, 24'_2, 24''_1, 24''_2$ ) aufweist, wobei die Komponenten ( $20'_1, 22'_1, 24'_1, 20''_1, 22''_1, 24''_1, 20'_2, 22'_2, 24'_2, 20''_2, 22''_2, 24''_2$ ) zweier paarweise angeordneter Antriebsbereiche ( $2'_m, 2''_m, \dots, 2'_{m+3}, 2''_{m+3}$ ) jeweils mittels Ringknoten (18) mit einem Datenübertragungsring (14) verknüpft sind, und wobei jedes Steuergerät ( $24'_2, 24''_2$ ) eines Antriebsbereiches ( $2'_m, 2''_m, \dots, 2'_{m+3}, 2''_{m+3}$ ) mittels einer Datenverbindung (26', 28', 26'', 28'') mit einem Ringknoten (18) eines Steuergerätes ( $24'_1, 24''_1$ ) eines benachbarten, gegenüberliegenden Antriebsbereiches ( $2'_{m+1}, 2''_{m+1}, \dots, 2'_{m+3}, 2''_{m+3}$ ) verbunden ist.
3. Datenübertragungssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Datenübertragungsring (14) zwei gegenläufige Glasfaserringe aufweist.
4. Datenübertragungssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Datenverbindung (26, 28, 26', 28', 26'', 28'') eine schnelle, serielle Datenverbindung vorgesehen ist.
5. Datenübertragungssystem nach einem der Ansprüche 1, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Umrichter ( $20_1, 22_1$ ) jedes Antriebsbereiches ( $2_m, \dots, 2_{m+3}$ ) mittels eines Ringknotens (182) mit dem Datenübertragungsring (14) eines benachbarten Antriebsbereiches ( $2_m, \dots, 2_{m+3}$ ) verknüpft sind.
6. Datenübertragungssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Umrichter ( $20'_1, 22'_1, 20''_1, 22''_1$ ) zweier paarweise angeordneter Antriebsbereiche ( $2'_m, 2''_m, \dots, 2'_{m+3}, 2''_{m+3}$ ) jeweils mittels eines Ringknotens (18) mit dem Datenübertragungsring (14) zweier paarweise angeordneter benachbarter Antriebsbereiche ( $2'_m, 2''_m, \dots, 2'_{m+3}, 2''_{m+3}$ ) verknüpft sind.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

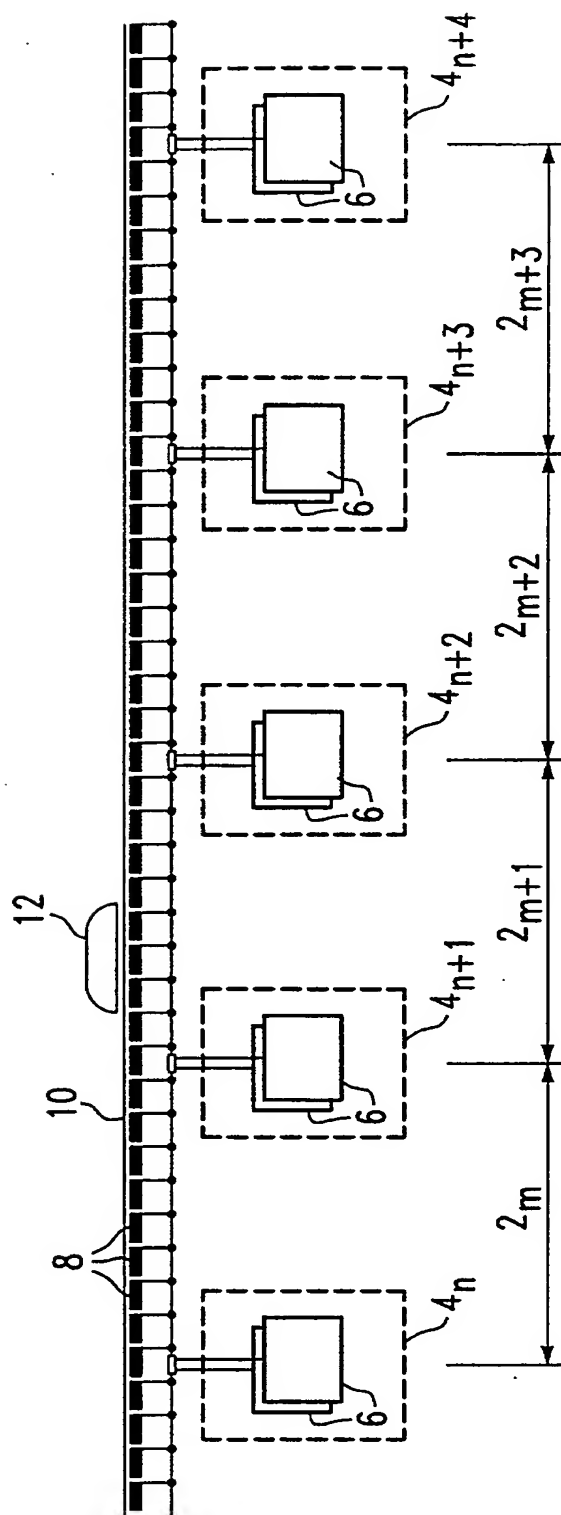


FIG 1



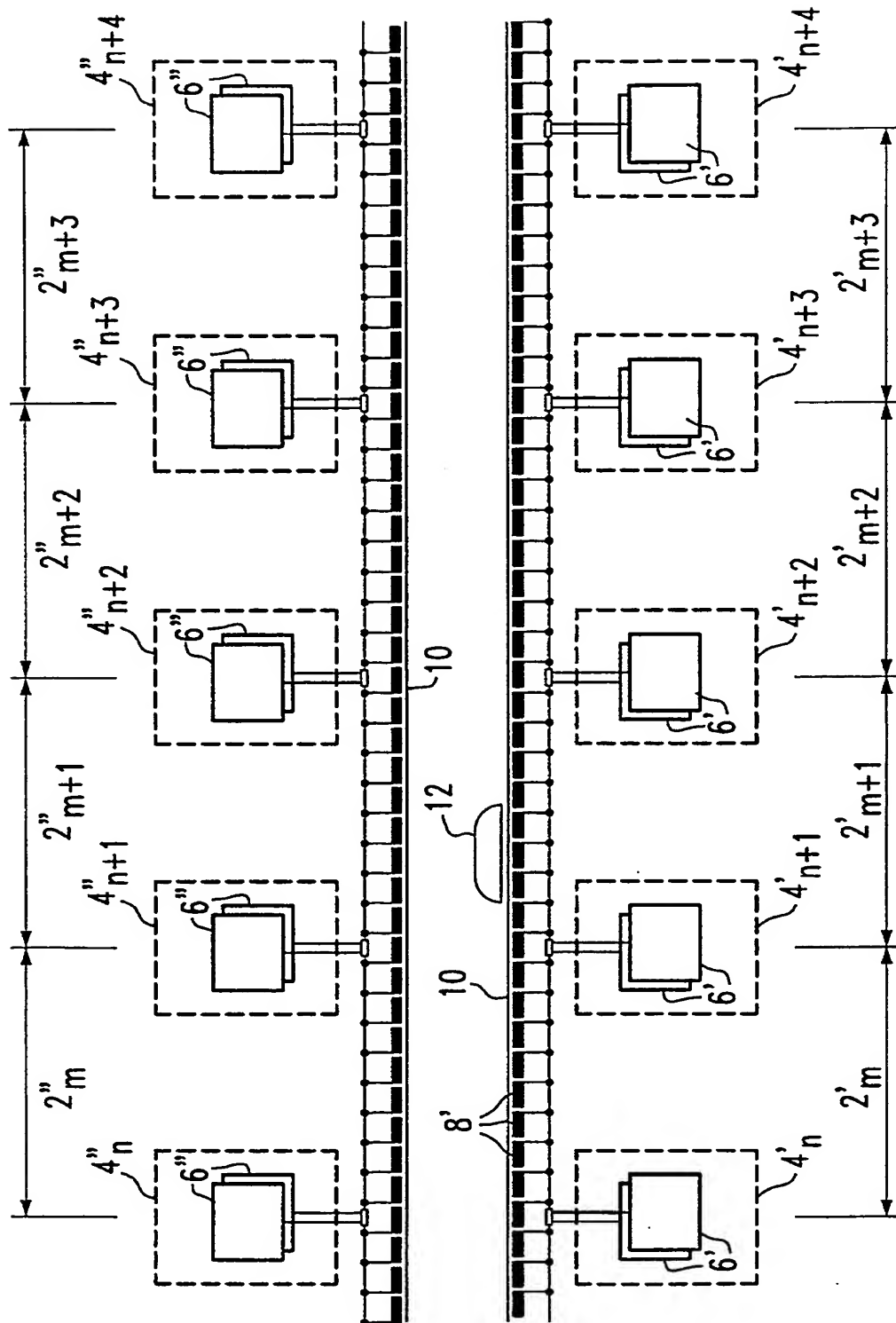


FIG 2

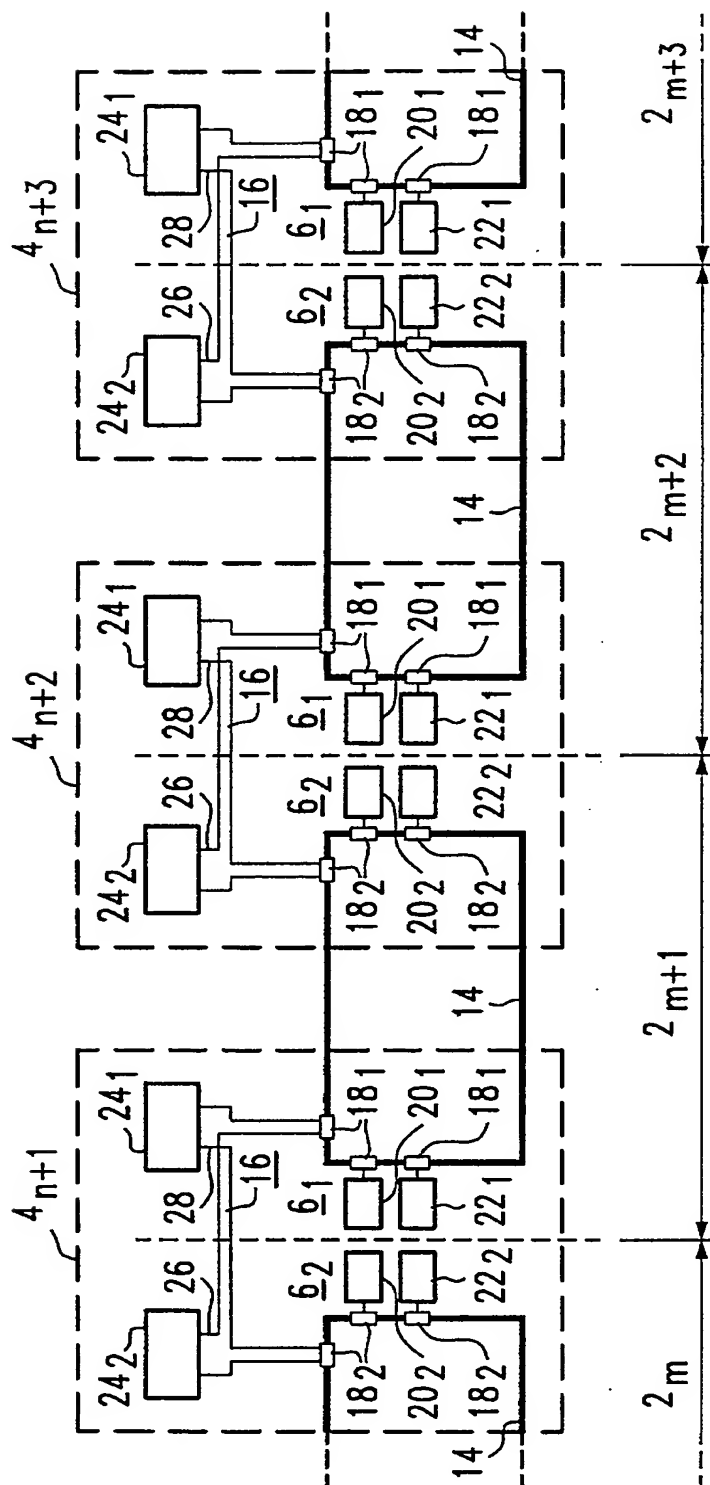


FIG 3

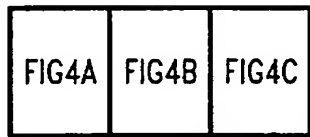


FIG 4

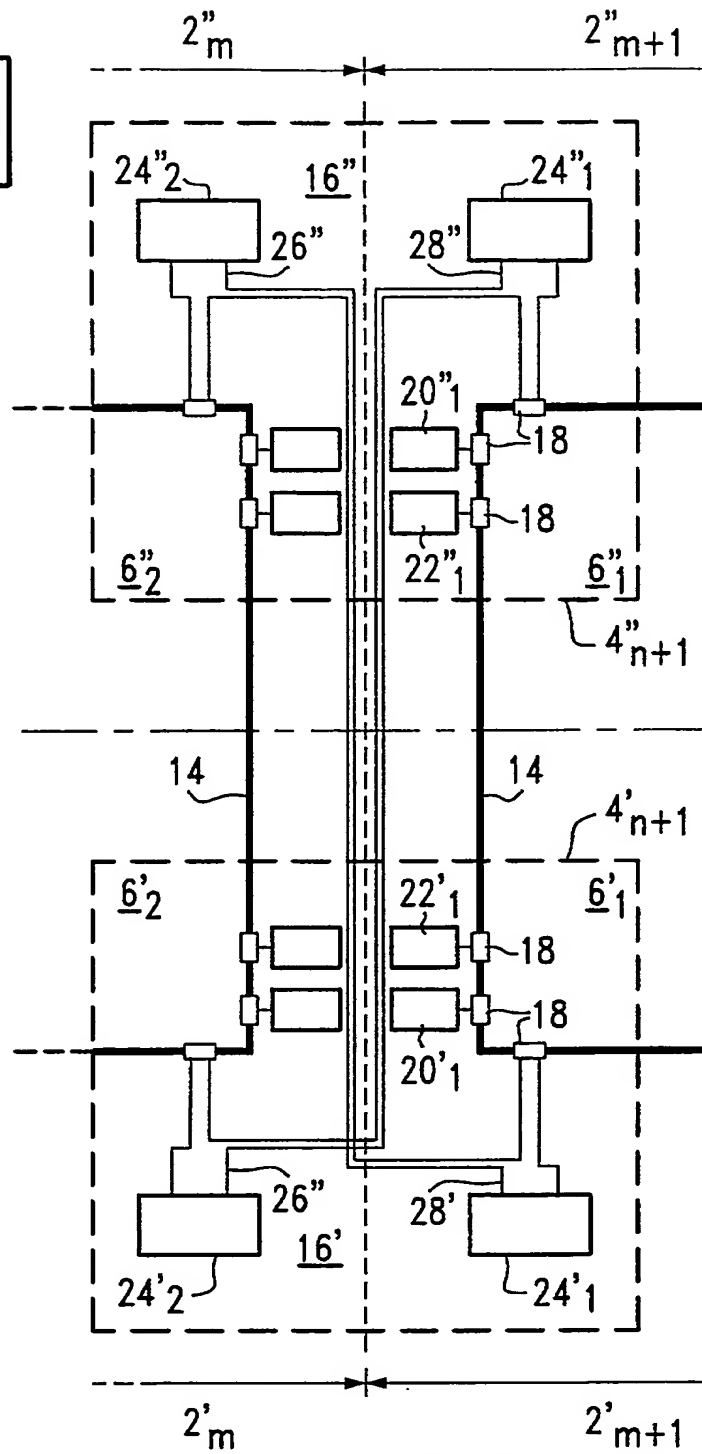


FIG 4A

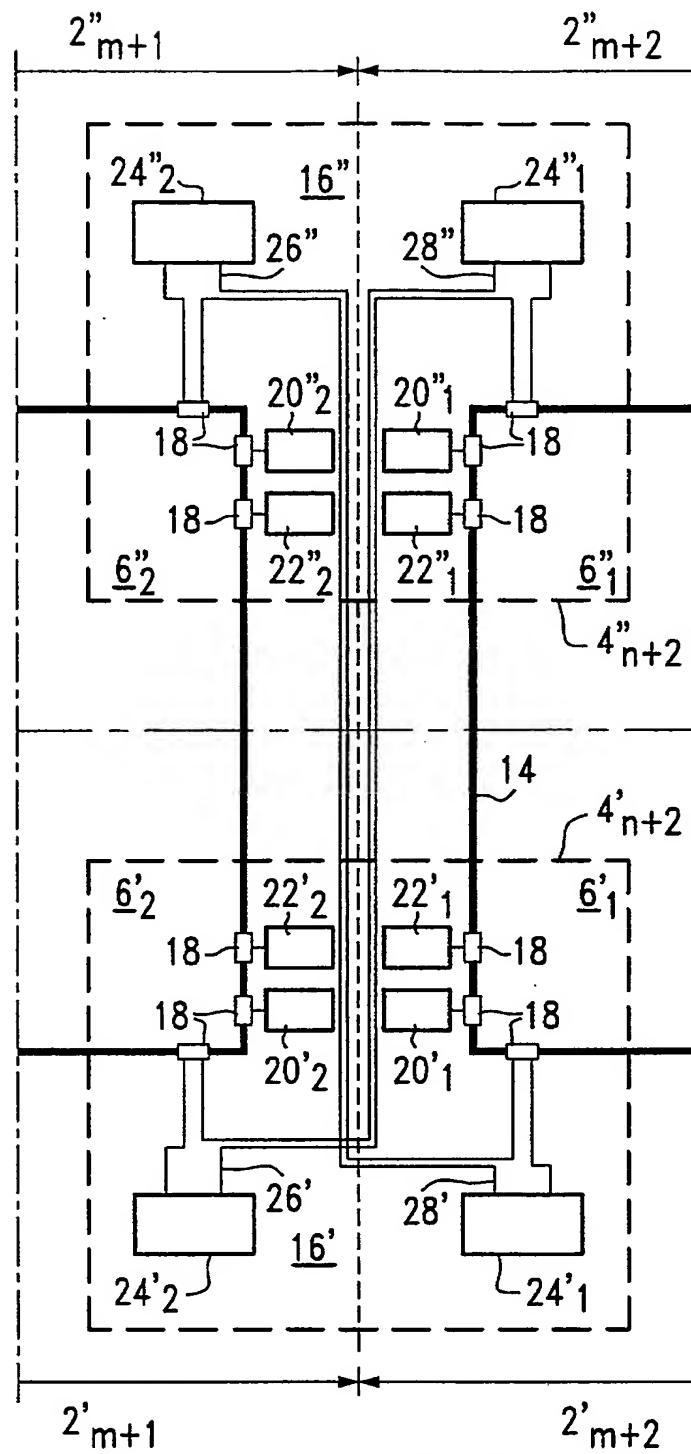


FIG 4B

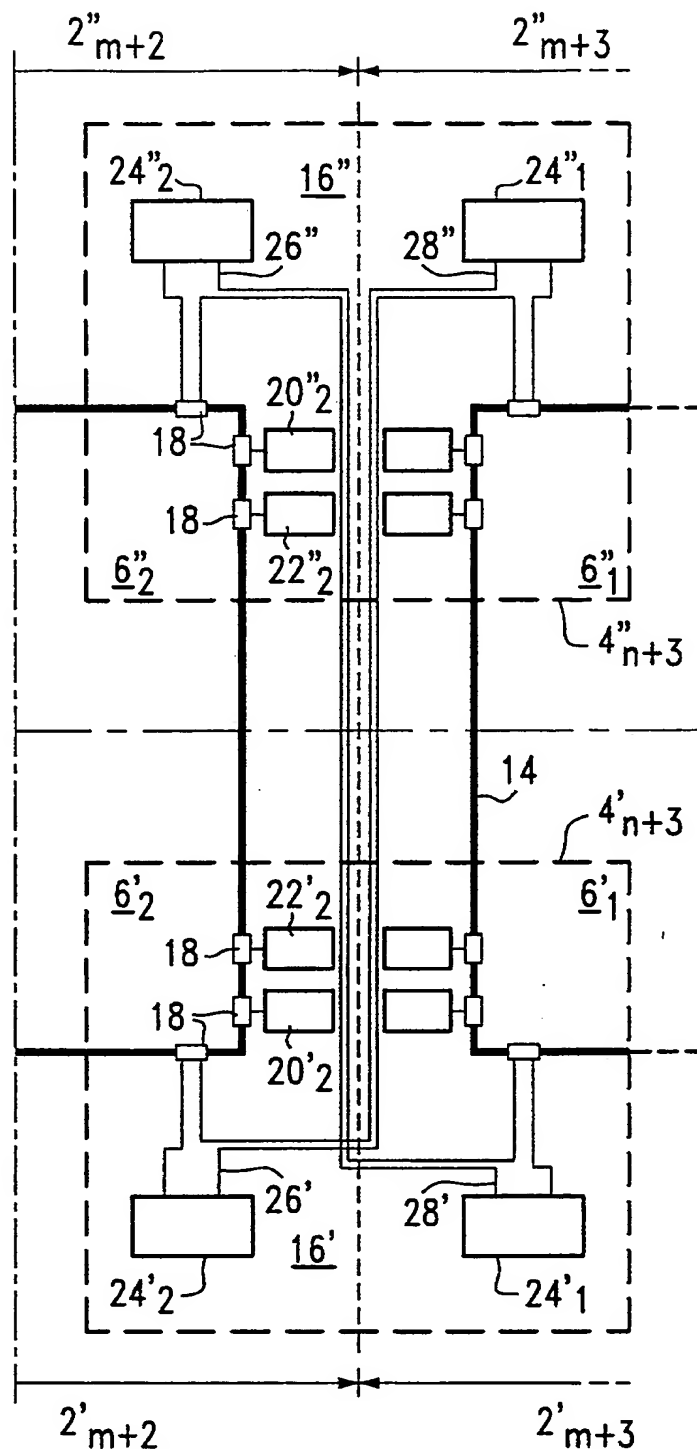


FIG 4C

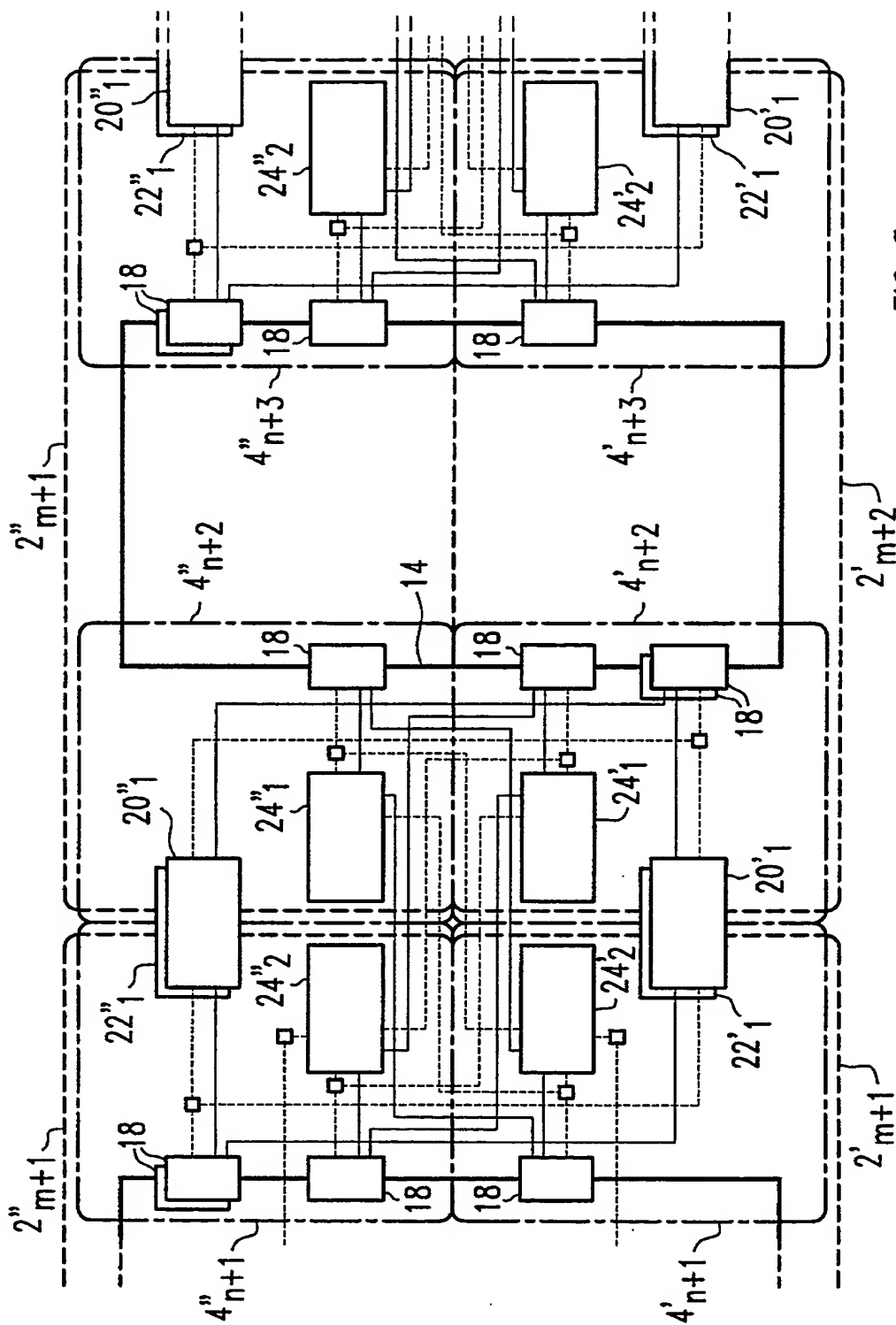


FIG 5